

Rec'd PCT/PTO 06 OCT 2004

10/510281
PCT/KR 03/00679
RO/KR 04.04.2003

REC'D 23 APR 2003

WIPO PCT

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0040399

Application Number

PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

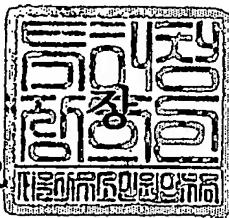
출원년월일 : 2002년 07월 11일
Date of Application JUL 11, 2002

출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

2003 03 월 13 일



특허청
COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0012
【제출일자】	2002.07.11
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	스파이럴 렌즈 디스크 및 이를 채용한 프로젝션 시스템
【발명의 영문명칭】	Spiral lens disk and projection system employing the same
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김태희
【성명의 영문표기】	KIM, Tae Hee
【주민등록번호】	700306-2812313
【우편번호】	442-370
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄동 1204-6
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영준
【성명의 영문표기】	PARK, Yung Jun
【주민등록번호】	620227-1024312
【우편번호】	449-913

【주소】 경기도 용인시 구성면 보정리 진산마을 삼성5차아파트
504-902

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 조건호

【성명의 영문표기】 CH0,Kun Ho

【주민등록번호】 621024-1149520

【우편번호】 441-390

【주소】 경기도 수원시 권선구 권선동 두산동아아파트 103동 106호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김대식

【성명의 영문표기】 KIM,Dae Sik

【주민등록번호】 660623-1448813

【우편번호】 442-470

【주소】 경기도 수원시 팔달구 영통동 973-3 우성아파트 824동 706호

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 이희중

【성명의 영문표기】 LEE,Hee Joong

【주민등록번호】 690520-1495711

【우편번호】 431-719

【주소】 경기도 안양시 동안구 달안동 샛별한양아파트 605동 1105호

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정
에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
이영필 (인) 대리인
이해영 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	32	면	32,000 원

1020020040399

출력 일자: 2003/3/14

【우선권주장료】	0 건	0 원
【심사청구료】	31 환	1,101,000 원
【합계】	1,162,000 원	
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통	

【요약서】**【요약】**

스파이럴 렌즈 디스크 및 이를 채용한 프로젝션 시스템이 개시되어 있다.

이 개시된 스파이럴 렌즈 디스크는 실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선운동으로 전환시킴으로써 스크롤링 작용을 할 수 있도록 되어 있으며, 상기 프로젝션 시스템은 이러한 스파이럴 렌즈 디스크를 채용하여 하나의 부품으로 칼라 스크롤링을 실현함으로써 칼라 화상을 구현하도록 되어 있다.

상기 구성에 의해 부품수를 줄임으로써 프로젝션 시스템의 경량화 및 저가화를 달성할 수 있고, 광효율이 높은 단판식 프로젝션 시스템을 제공할 수 있다.

【대표도】

도 10a

【명세서】**【발명의 명칭】**

스파이럴 렌즈 디스크 및 이를 채용한 프로젝션 시스템{Spiral lens disk and projection system employing the same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 프로젝션 시스템을 나타낸 것이다.

도 2는 프로젝션 시스템의 칼라 스크롤링 작용을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 프로젝션 시스템의 개략적인 구성도이다.

도 4a는 본 발명에 따른 스파이럴 렌즈 디스크의 정면도이다.

도 4b는 도 4a의 IV-IV선 단면도이다.

도 4c는 본 발명에 따른 스파이럴 렌즈 디스크의 설계 조건을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 프로젝션 시스템에 채용되는 스파이럴 렌즈 디스크의 측면도 및 정면도이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명에 따른 프로젝션 시스템의 스크롤링 작용을 보여주는 도면이다.

도 7a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 프로젝션 시스템의 다른 예를 도시한 것이다

도 7b는 본 발명에 따른 스파이럴 렌즈 디스크를 통과할 때의 빔의 형상을 나타낸 것이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 프로젝션 시스템의 일예를 나타낸 것이다.

도 9는 본 발명의 제2 실시예에 따른 프로젝션 시스템의 다른 예를 나타낸 것이다.

도 10a는 본 발명의 제3 실시예에 따른 프로젝션 시스템을 도시한 것이다.

도 10b는 본 발명의 제3 실시예에 따른 프로젝션 시스템에 채용된 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크에 의한 스크롤링 작용을 보여주는 도면이다.

도 11은 본 발명의 제4 실시예에 따른 프로젝션 시스템을 도시한 것이다.

도 12a 및 도 12b는 본 발명에 따른 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크의 회절 작용을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 그레이팅의 반경에 대한 그레이팅 간격의 변화를 도시한 그래프이다.

도 14는 존 플레이트에 의한 빔의 수렴을 설명하기 위한 도면이다.

도 15a 내지 도 15c는 본 발명에 따른 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크의 제작 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 볼륨 홀로그램 타입의 스파이럴 렌즈 디스크의 제작도이다.

도 17a는 연속적 릴리프 타입(continuous relief type)의 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크의 구조도이다.

도 17b는 멀티오더 회절 렌즈 타입(MOD ; multiorder diffractive lens type)의 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크의 구조도이다.

도 17c는 바이너리(binary) 타입의 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크의 구조도이다.

도 17d는 멀티 스텝 타입(multi-step type)의 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크의 구조도이다.

도 18은 일반적인 DOE형 렌즈와 MOD 렌즈에서의 파장에 대한 회절효율을 대비하여 나타낸 그래프이다.

<도면 중 주요 부분에 대한 부호의 설명>

10,50,61...광원,	13,22,51,56...실린더 렌즈
15,55,69...광분리기,	20,53...스파이럴 렌즈 디스크
25,57,64...플라이아이렌즈어레이	30,59,66...렌즈군
40,60,67...라이트 밸브,	62,63...DOE형 스파이럴 렌즈 디스크

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <31> 본 발명은 스파이럴 렌즈 디스크 및 이를 채용한 프로젝션 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 단판식 구조에서 저비용으로 광효율을 증가시키고, 콤팩트화할 수 있도록 스크롤링 방식을 개선한 스파이럴 렌즈 디스크 및 이를 채용한 프로젝션 시스템에 관한 것이다.
- <32> 프로젝션 시스템은 고출력 램프 광원으로부터 출사된 광을 화소단위로 on-off 제어하여 화상을 형성하는 라이트 밸브의 개수에 따라 3판식과 단판식으로 나뉜다. 단판식 프로젝션 시스템은 3판식에 비해 광학계 구조를 작게 할 수 있으나, 백색광을 시퀀셜 방법으로 R,G,B 칼라로 분리하여 사용하므로 3판식에 비해 광효율이 1/3로 떨어지는 문제점이 있다. 따라서, 단판식 프로젝션 시스템의 경우에는 광효율을 증가시키기 위한 노력이 진행되어 왔다.

<33> 일반적인 단판식 프로젝션 광학계의 경우 백색 광원으로부터 조사된 광을 칼라필터를 이용하여 R,G,B 삼색으로 분리하고, 각 칼라를 순차적으로 라이트밸브로 보낸다. 그리고, 이 칼라 순서에 맞게 라이트밸브를 동작시켜 영상을 구현하게 된다. 이와 같이 단판식 광학계는 칼라를 시퀀셜하게 이용하기 때문에 광효율이 3판식에 비해 1/3로 떨어지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 스크롤링 방법이 제안되었다. 칼라 스크롤링 방법은 백색광을 R,G,B 삼색빔으로 분리하고 이를 동시에 라이트밸브의 서로 다른 위치로 보내 준다. 그리고, 한 화소당 R,G,B 칼라가 모두 도달해야만 영상 구현이 가능하므로 특정한 방법으로 각 칼라바들을 일정한 속도로 움직여준다.

<34> 종래의 단판식 스크롤링 프로젝션 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이, 광원(100)에서 조사된 백색광이 제1 및 제2 렌즈 어레이(102)(104)와 편광빔스프리터 어레이(105)를 경유하여 제1 내지 제4 다이크로익 필터(109)(112)(122)(139)에 의해 R,G,B 삼색빔으로 분기된다. 먼저, 상기 제1다이크로익 필터(109)에 의해 예를 들어 적색광(R)과 녹색광(G)은 투과되어 제1광경로(I1)로 진행되고, 청색광(B)은 반사되어 제2광경로(I2)로 진행된다, 그리고, 상기 제1광경로(I1)로 진행되는 적색광(R)과 녹색광(G)은 상기 제2 다이크로익필터(112)에 의해 다시 분기된다. 상기 제2 다이크로익필터(112)에 의해 적색광(R)은 투과되어 계속 제1광경로(I1)로 직진하고, 녹색광(G)은 반사되어 제3광경로(I3)로 진행된다.

<35> 상기와 같이 상기 광원(100)에서 조사된 광이 적색광(R), 녹색광(G), 청색광(B)으로 분기되어 각각에 대응되는 제1 내지 제3 프리즘(114)(135)(142)을 통과하면서 스크롤링된다. 상기 제1 내지 제3 프리즘(114)(135)(142)은 상기 제1 내지 제 3 광경로(I1)(I2)(I3)에 각각 배치되어 균일한 속도로 회전됨에 따라 R,G,B 삼색의 칼라바가 스

크롤링된다. 상기 제2 및 제3광경로(I2)(I3)를 따라 각각 진행되던 녹색광과 청색광이 제3 다이크로익필터(139)에 의해 반사 및 투과되어 합성되고, 최종적으로 상기 제4 다이크로익필터(122)에 의해 R,G,B 삼색광이 합성되어 편광빔스프리터(127)를 통과하고, 라이트 밸브(130)에 의해 화상을 형성한다.

- <36> 상기 제1 내지 제 3프리즘(114)(135)(142)의 회전에 의해 R,G,B 칼라바가 스크롤링 되는 과정이 도 2에 도시되어 있다. 이는 각 칼라에 대응되는 프리즘을 동기를 맞추어 회전시킬 때 상기 라이트 밸브(130)면에 형성된 칼라바의 이동을 나타낸 것이다.
- <37> 상기 라이트 밸브(130)에서 각 화소에 대한 on-off 신호에 따른 화상 정보를 처리하여 화상을 형성하고 이 화상이 투사렌즈(미도시)를 거쳐 확대되어 스크린에 맷친다.
- <38> 상기와 같은 방법은 각 칼라별로 광경로를 각각 사용하므로 칼라별로 광경로 보정용 렌즈를 각각 구비하여야 하고 분리된 광들을 다시 모아주기 위한 부품들이 구비되어야 하고, 각 칼라별로 부품을 따로 준비해야 하므로 광학계의 부피가 커지고, 제조 및 조립 공정이 복잡하여 수율이 떨어진다. 또한, 상기 제1 내지 제 3 프리즘(114)(135)(142)을 회전시키기 위한 3개의 모터의 구동으로 인한 소음이 크게 발생되고, 모터가 한 개 구비된 칼라휠 방식에 비해 제조비용이 증가된다.
- <39> 또한, 스크롤링 방식을 이용하여 칼라화상을 구현하기 위해서는 도 2에 도시된 바와 같은 칼라바를 일정한 속도로 이동시켜야 하는데, 상기 구조에서는 스크롤링을 위해 라이트밸브와 세 개의 프리즘의 동기를 맞추어야 하기 때문에 동기 제어가 어렵다. 뿐만 아니라, 상기 스크롤링 프리즘(114)(135)(142)이 원운동을 하므로 칼라 스크롤링의 속도도 일정하지 않아 화상의 질이 저하될 수 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <40> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 칼라바의 스크롤링을 하나의 부품으로 실행할 수 있도록 된 스파이럴 렌즈 디스크를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <41> 본 발의 다른 목적은 스파이럴 렌즈 디스크를 채용하여 광효율을 향상하고, 부피를 소형화한 단판식 프로젝션 시스템을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <42> 상기한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명에 따른 스파이럴 렌즈어레이이는, 실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선 운동으로 전환시키도록 된 것을 특징으로 한다.
- <43> 상기 실린더 렌즈셀이 회절 광학 소자 또는 홀로그램 광학 소자로 형성될 수 있다.
- <44> 상기 실린더 렌즈셀에 대해 법선을 그었을 때 이웃하는 렌즈셀 사이의 간격이 동일하고, 이웃하는 렌즈셀의 법선 벡터가 동일하도록 각 실린더 렌즈셀이 배열되는 것이 바람직하다.
- <45> 상기 실린더 렌즈셀의 나선형 곡선의 궤적(Q_{kx}, Q_{ky})은 하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 한다.

<46> <조건식>

$$\begin{aligned} Q_{kx} &= Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 - Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 \\ Q_{ky} &= Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 - Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 \end{aligned}$$

- <48> 여기서, $Q_{1,x}$ 과 $Q_{1,y}$ 는 첫 번째 실린더 렌즈셀의 x좌표 및 y좌표를 나타내며, k 는 자연수를, θ_2 는 인접 곡선 사이의 회전각을 나타낸다.

- <49> 상기 실린더 렌즈셀이 바이너리 타입, 연속적 릴리프 타입, 멀티-스텝 타입, 멀티-오더 쿨절렌즈 타입, 얇은 홀로그램 타입 및 볼륨 홀로그램 타입 중 어느 한 타입으로 형성될 수 있다.
- <50> 상기한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명에 따른 프로젝션 시스템은, 광원;상기 광원으로부터 조사된 광을 파장에 따라 분리시키는 광분리기; 실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선운동으로 전환시키도록 된 스파이럴 렌즈 디스크; 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광분리기 및 스파이럴 렌즈 디스크를 경유하여 칼라별로 분리되어 맷하고, 입력된 화상신호에 따라 화소를 on-off 제어함으로써 칼라 화상을 형성하는 라이트 밸브;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <51> 상기 스파이럴 렌즈 디스크와 라이트 밸브 사이의 광경로상에 플라이아이렌즈어레이가 구비되고, 상기 플라이아이렌즈어레이와 라이트 밸브 사이의 광경로상에 입사광을 상기 라이트 밸브에 맷하도록 하기 위한 렌즈군이 구비되는 것을 특징으로 한다.
- <52> 여기서, 상기 광분리기는 서로 다른 각도로 기울여지게 이웃하여 배열되고, 입사광을 파장에 따라 선택적으로 투과 및 반사시키는 제1 내지 제3 다이크로익 필터를 구비하여 구성된다.
- <53> 이와 달리, 상기 광분리기는 평행하게 배열되고, 입사광을 파장에 따라 선택적으로 투과 및 반사시키는 제1 내지 제3 다이크로익 필터를 구비하여 구성될 수 있다.

- <54> 상기 스파이럴 렌즈 디스크의 앞에 제1실린더 렌즈가, 상기 스파이럴 렌즈 디스크의 뒤에 상기 제1실린더 렌즈와 한 쌍을 이루는 제2실린더 렌즈가 배치되어 입사빔의 폭을 조절하도록 된 것을 특징으로 한다.
- <55> 상기 스파이럴 렌즈 디스크의 렌즈셀의 개수는 상기 라이트 밸브의 동작 주파수와 동기를 맞추도록 결정될 수 있으며, 상기 스파이럴 렌즈 디스크의 회전 주파수는 상기 라이트 밸브의 동작 주파수와 동기를 맞추도록 조절될 수 있다.
- <56> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 프로젝션 시스템은, 광원; 실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선운동으로 전환시키고, 상기 광원으로부터 조사된 광을 파장에 따라 분리시키도록 회절광학 소자형 또는 홀로그램광학소자형으로 제작된 스파이럴 렌즈 디스크; 상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 스파이럴 렌즈 디스크를 경유하여 칼라별로 분리되어 맺히고, 입력된 화상신호에 따라 화소를 on-off 제어함으로써 칼라 화상을 형성하는 라이트 밸브;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <57> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 스파이럴 렌즈 디스크 및 이를 채용한 프로젝션 시스템에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <58> 본 발명의 바람직한 제1실시예에 따른 프로젝션 시스템은, 도 3을 참조하면 광원(10)과, 이 광원(10)으로부터 조사된 광을 파장에 따라 분기시키는 광분리기(15), 상기 광분리기(15)에 의해 분기된 R,G,B 삼색빔을 스크롤링시키기 위한 스파이럴 렌즈 디스크(20), 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 의해 스크롤링되는 빔을 화상신호에 따라 처리하여 칼라 화상을 형성하는 라이트 밸브(40)를 포함한다.

<59> 또한, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)와 라이트 밸브(40) 사이의 광경로상에는 플라이아이렌즈어레이(25)와 다수개의 렌즈로 구성된 렌즈군(30)을 더 구비할 수 있다. 상기 라이트 밸브(40)에 의해 형성된 칼라 화상은 투사렌즈유닛(미도시)에 의해 스크린에 확대투사된다.

<60> 상기 광원(10)에서 출사된 광은 광분리기(15)에 의해 R,G,B 삼색빔으로 분기된다. 예를 들어, 상기 광분리기(15)는 입사광축에 대해 서로 다른 각도로 경사지게 배치된 제1, 제2 및 제3 다이크로익필터(15a)(15b)(15c)를 구비하여 구성될 수 있다. 상기 광분리기(15)는 입사광을 소정 파장영역에 따라 분리하고, 이 분리된 광이 서로 다른 각도로 진행하도록 한다. 예를 들어, 상기 제1 다이크로익 필터(15a)는 백색의 입사광중 레드파장영역의 광(R)은 반사시키고, 다른 파장영역의 광(G, B)은 투과시킨다. 상기 제2 다이크로익 필터(15b)는 상기 제1 다이크로익 필터(15a)를 투과한 광 중 그린 파장영역의 광(G)은 반사시키고, 나머지 블루 파장영역의 광(B)은 투과시킨다. 그리고, 상기 제3 다이크로익 필터(15c)는 상기 제1 및 제2 다이크로익 필터(15a)(15b)를 투과한 블루파장영역의 광(B)을 반사시킨다.

<61> 여기서, 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(15a)(15b)(15c)에 의해 파장별로 분리된 R,G,B 삼색빔은 서로 다른 각도로 반사되고, 예를 들어, 레드빔(R)과 블루빔(B) 각각이 그린빔(G)을 중심으로 접속되어 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 입사된다. 이렇게 분리된 각 칼라가 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 통해 스크롤링된다.

<62> 도 4a를 참조하면, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)는 실린더 렌즈셀(17)이 나선형으로 배열되어 형성되고, 그 단면 형상을 보면 도 4b에 도시된 바와 같이 실린더렌즈 어레이 구조를 가지며, 곡률반경 r

arc 를 갖는 균일한 원호 형상으로 이루어져 있다. 스파이럴 렌즈 디스크(20)는 인벌루트(involute) 함수를 이용하여 나선형의 형상으로 제작된다. 인벌루트 함수는 기어 설계 등에 자주 사용되는 함수로, 실패에서 실을 풀었을 때 실 끝이 지나가는 자취라고 할 수 있다. 도 4c를 참조하여 더욱 구체적으로 살펴보면, 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 중심원(21)의 어느 한 점점(P)에서 임의의 점(Q)까지 접선을 긋고, 선분 \overrightarrow{PQ} 를 등분하여 가상의 등분점 p_1, p_2, p_3, p_4 을 가정한다. 이들 각 점을 동일한 실패에서 일정 길이 만큼 짧게 감긴 실의 끝점이라고 볼 때 하기의 식을 얻을 수 있다.

$$<63> \quad \text{【수학식 1】} \quad \frac{l}{\overrightarrow{OP}} = r * \theta \quad \overrightarrow{OP} = r(\cos\theta, \sin\theta)$$

<64> 상기 식에서 r 은 중심원(21)의 반경을, l 은 선분 \overrightarrow{PQ} 의 길이를, θ 는 1의 길이를 갖는 실이 상기 중심원(21)에 감겨있던 각도를, \overrightarrow{OP} 는 원점(0)에서 점 P까지의 벡터를 나타낸다. 여기서, \overrightarrow{PQ} 는 점P에서 접선방향으로 그은 벡터이므로, \overrightarrow{PQ} 는 \overrightarrow{OP} 의 탄젠설 벡터이고, 그 크기는 1이므로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$<65> \quad \text{【수학식 2】} \quad \overrightarrow{PQ} = l(\sin\theta, -\cos\theta) = r\theta(\sin\theta, -\cos\theta)$$

<66> 상기 수학식 1과 2에 의하면, \overrightarrow{OQ} 는 다음과 같이 구해진다.

$$<67> \quad \text{【수학식 3】} \quad \begin{aligned} \overrightarrow{OQ} &= \overrightarrow{OP} + \overrightarrow{PQ} \\ &= (r\cos\theta + r\theta\sin\theta, r\sin\theta - r\theta\cos\theta) \end{aligned}$$

<68> 다음, \overrightarrow{PQ} 의 탄젠설 벡터를 $\overrightarrow{Q'}$ 라 하고, 그 크기를 1이라 하면 $\overrightarrow{Q'}$ 는 다음과 같다.

$$<69> \quad \text{【수학식 4】} \quad \overrightarrow{Q'} = l(\cos\theta, \sin\theta) = r\theta(\cos\theta, \sin\theta)$$

<70> 여기서, 상기 점들(p1)(p2)(p3)(p4)에 의한 벡터 $\overrightarrow{PP_1}, \overrightarrow{PP_2}, \overrightarrow{PP_3}, \overrightarrow{PP_4}$ 를 고려할 때

상기 중심원(21)에서의 접점(P)이 동일하고 각 벡터에 대해 r과 θ 가 동일하므로 상기 수학식 4에 의하면 각 점에서의 탄젠셜 벡터($\vec{\Omega}$)가 동일함을 알 수 있다.

<71> 또한, 스파이럴 형상의 인접한 곡선(Q1, Qk)은 각각의 곡선을 원점(0)을 중심으로 소정 각도(θ_2)로 회전 이동한 것으로 볼 수 있으며, 스파이럴 렌즈 디스크를 n개의 셀로 등분한 것으로 가정할 때 인접 곡선 사이의 회전각 θ_2 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$<72> \text{【수학식 5】 } \theta_2 = \frac{2\pi}{n}$$

<73> 수학식 1에 의하면 \overrightarrow{PQ} 의 크기 1은 θ 에 비례하므로 \overrightarrow{PQ} 위에 있는 각 점들(p1)(p2)(p3)(p4) 사이의 간격(d)도 소정 각도 θ_2 에 비례한다. 그리고, 이들 각 점들(p1)(p2)(p3)(p4)은 스파이럴 형상의 인접한 곡선 위의 임의의 점이 될 수 있다. 따라서, 상기 각 점들(p1)(p2)(p3)(p4) 사이의 간격은 인접 곡선(Q, Qk)간의 최단 간격(d)과 같으며, 이 간격(d)은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$<74> \text{【수학식 6】 } d = r * \theta_2 <DATASIZE=0>_2 = r * \frac{2\pi}{n}$$

<75> 상기 수학식 6에 의하면, n과 r이 일정하므로 인접 곡선간 최단 거기 간격(d)은 일정함을 알 수 있다. 한편, k번째 곡선의 좌표 Qk는 첫 번째 곡선 Q를 $(k-1)*\theta_2$ 만큼 회전하였을 때의 좌표이다. 따라서, k번째 곡선의 좌표는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$<76> \text{【수학식 7】 } Q_k = Rot((k-1)*\theta_2) * Q = Rot\left(\frac{2\pi(k-1)}{n}\right) * Q$$

<77> 여기서, Rot는 어느 점을 임의의 각도로 회전시키는 회전단위 벡터를 나타낸다. 상기 수학식 7을 행렬식으로 나타내면 다음과 같다.

<78>

【수학식 8】
$$\begin{pmatrix} \mathcal{Q}_{k,x} \\ \mathcal{Q}_{k,y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(k-1)\theta_2 & -\sin(k-1)\theta_2 \\ \sin(k-1)\theta_2 & \cos(k-1)\theta_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \mathcal{Q}_{1,x} \\ \mathcal{Q}_{1,y} \end{pmatrix}$$

<79> 상기 수학식 8을 이용하여 k번째 곡선의 x좌표와 y좌표를 각각 나타내면 다음과 같다.

<80>

【수학식 9】
$$\begin{aligned} \mathcal{Q}_{kx} &= \mathcal{Q}_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 - \mathcal{Q}_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 \\ \mathcal{Q}_{ky} &= \mathcal{Q}_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 - \mathcal{Q}_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 \end{aligned}$$

<81> 스파이럴 렌즈 디스크의 곡선은 상기 수학식 9에 의한 궤적에 따라 형성할 수 있으며, 곡선식에서 스파이럴 렌즈 디스크의 단면 형상은 곡률반경(r_{arc})으로 동일하게 형성되고, 그 크기에 대해서는 특별한 제한이 없다. 또한, 이웃하는 곡선 사이의 거리(d)는 수학식 6을 이용하여 계산함으로써 전체 형상을 설계할 수 있다. 상기 수학식에서 스파이럴 렌즈 디스크의 내경은 실패 즉, 중심원(21)의 내경(r)보다 커야 하며, 외경에는 제한이 없다. 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 스파이럴 렌즈 디스크는 실패 즉, 중심원(21)의 임의의 접선에 대해 동일한 간격으로 법선을 긋고, 상기 접선과 법선의 교점($p1$)($p2$)($p3$)($p4$)에서의 탄젠셜 벡터가 동일한 조건을 만족하는 나선형의 형상을 갖도록 제작된다. 여기서, d 가 스파이럴 렌즈 디스크에서 이웃하는 실린더 렌즈셀 사이의 최단 거리가 되고, 상기 교점($p1$)($p2$)($p3$)($p4$)에서의 탄젠셜 벡터가 동일하므로 각 실린더 렌즈셀의 형상이 동일한 곡률을 가진다.

<82> 상기와 같이 형성된 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 스크롤링 작용을 살펴보면 다음과 같다.

<83> 도 5를 참조하면, 상기 제1 내지 제3 다이크로익미러(15a)(15b)(15c)에 의해 광이
파장에 따라 서로 다른 각도로 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 향해 입사된다. 이때,
상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 통과하는 빔을 L로 표시하였다. 상기 스파이럴 렌즈
디스크(20)는 한 쌍으로 구성되어 있으며, 이 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 통과한 광은
R,G,B 삼빔이 각각 다른 위치에 초점을 맺는다. 여기서, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)
가 일정한 속도로 회전할 때, 상기 R,G,B 삼색빔(L)은 변함 없이 동일한 위치를 통과하
게 되지만, 빔(L)을 기준으로 볼 때 스파이럴 렌즈 디스크(20)가 일정한 속도로 계속 위
또는 아래로 이동하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 상대적으로 스파이럴
렌즈 디스크를 통과하는 빔의 위치가 연속적으로 변하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다
. 이러한 과정을 도 6a 내지 도 6c에 도시하였다.

<84> 처음에는 도 6a에 도시된 바와 같이 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20), 플라이아이렌
즈어레이(25), 렌즈군(30)을 경유하여 라이트밸브(40)에 R,G,B 순으로 칼라바가 형성된
다. 이어서, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)가 회전함에 따라 빔이 상기 스파이럴 렌즈
디스크를 통과할 때의 렌즈면이 점진적으로 위로 이동된다. 스파이럴 렌즈 디스크(20)의
이동에 따라 도 6b에 도시된 바와 같이 G,B,R 순으로 칼라바가 형성된다. 계속적으로 상
기 스파이럴 렌즈 디스크(20)가 회전함에 따라 스크롤링되어 도 6c에 도시된 바와 같이
B,R,G 순으로 칼라바가 형성된다. 다시 말하면, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 회전
운동에 따라 빔이 입사되는 렌즈의 위치가 변하고, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)의
회전 운동이 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 단면에서의 실린더 렌즈 어레이의 직선 운동으
로 전환됨으로써 스크롤링이 이루어진다. 이와 같은 스크롤링이 계속하여 반복적으로 진

행된다. 이와 같이 하나의 스파이럴 렌즈 디스크를 이용하여 단판식 구조로 된 프로젝션 시스템에서 스크롤링을 구현할 수 있다.

<85> 이러한 과정을 거쳐 R,G,B 삼색빔이 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 회전에 따라 반복적으로 스크롤링된다. 특히, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 회전 방향을 변경할 필요 없이 계속 한 방향으로 회전시켜 스크롤링을 구현하므로 연속성과 일관성을 유지할 수 있고, 하나의 스파이럴 렌즈 디스크를 통해 스크롤링을 구현하므로 칼라바의 속도를 일정하게 유지하는데 유리하다.

<86> 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)는 실린더 렌즈셀(17)들의 회전 운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선 운동으로 전환시키는 기능을 한다. 즉, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)가 회전될 때, 스파이럴 렌즈 디스크의 단면을 보면 실린더 렌즈 어레이가 상부 또는 하부로 직선 이동됨을 알 수 있다. 여기서, 빔이 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 통과할 때에는 좁은 폭을 가지고 통과되므로 직선 운동하는 실린더 렌즈 어레이를 통과하는 것과 같은 효과를 낼 수 있다.

<87> 다음, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 의해 집광된 광은 플라이아이렌즈어레이(25)에 의해 1:1 전송되고, 렌즈군(30)을 통하여 라이트밸브(40)에 초점을 맺는다.

<88> 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)의 실린더 렌즈셀(17)의 개수는 상기 라이트 밸브(40)의 동작 주파수와 동기를 맞추기 위해 조절될 수 있다. 즉, 라이트 밸브(40)의 동작 주파수가 빠르면 더 많은 렌즈셀을 구비함으로써 스파이럴 렌즈 디스크의 회전 속도는 일정하게 하면서 스크롤링 속도를 더 빠르게 조절할 수 있다.

<89> 또 다른 방법으로, 스파이럴 렌즈 디스크의 렌즈셀의 개수는 동일하게 유지하고 스파이럴 렌즈 디스크의 회전 주파수를 높임으로써 라이트 밸브의 동작주파수와 동기를 맞출 수 있다. 예를 들어, 라이트 밸브(40)의 동작주파수가 960Hz일 때, 즉 1프레임당 1/960초로 동작하고, 1초에 960 프레임을 재생할 때, 스파이럴 렌즈 디스크는 다음과 같이 구성될 수 있다. 스라이럴 실린더렌즈 어레이의 최외주 직경은 140mm이고, 최내주 직경은 60mm이며, 각 스파이럴 렌즈셀의 개수는 32개이고, 그 폭은 5.0mm이고, 그 곡률반경은 24.9mm일 수 있다. 여기서, 스파이럴 렌즈 디스크(20)가 1회 회전시 32프레임을 재생한다고 할 때, 1초에 960 프레임을 재생하기 위해서는 1초에 30번 회전시켜야 한다. 이러한 속도로는 스파이럴 실린더렌즈 어레이(20)를 60초에 1800회 회전시켜야 하므로 1800rpm의 회전속도를 갖도록 회전된다. 또한, 라이트 밸브의 동작주파수가 0.5배로 증가하여 1440Hz로 동작할 때에는 이 동작주파수와 동기를 맞추기 위해 스파이럴 렌즈 디스크를 2700rpm의 회전속도로 회전시킨다.

<90> 한편, 도 7a는 제1실시예에 따른 프로젝션 시스템의 구성도를 사시도로 나타낸 것으로, 여기서는 상기 광원(10)과 플라이아이렌즈어레이(25) 사이의 광경로상에 한 쌍의 제1 및 제2 실린더 렌즈(13)(22)가 더 구비된다. 상기 한 쌍의 실린더 렌즈(13)(22)에 의해 광원(10)에서 출사된 빔의 폭을 조절할 수 있다. 도 7b를 참조하면, 광원(10)에서 출사된 빔이 상기 실린더 렌즈(13)를 통과하지 않고 그대로 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 입사하였을 때와 상기 실린더 렌즈(13)에 의해 빔의 폭을 감소시킨 상태에서 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 입사하였을 때를 비교한 것이다.

<91> 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 통과할 때의 빔의 폭이 비교적 넓을 때에는 나선형의 렌즈 어레이 형상과 빔(L)의 형상이 불일치하기 때문에 각 칼라별로 불일치하는 영역(A)

만큼의 광손실을 초래한다. 이에, 광손실을 최소화하기 위해 상기 실린더 렌즈(13)를 이용하여 빔의 폭을 줄임으로써 상대적으로 나선형의 렌즈 어레이 형상과 빔(L)의 형상이 일치되도록 하는 것이 바람직하다. 이때의 불일치하는 영역을 A'라고 하면 A>A'가 되어 광손실이 감소된다. 예를 들어, 29'의 면적을 갖도록 빔폭을 줄이는 것이 좋다.

<92> 그런 다음, 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)를 통과한 빔을 나머지 제2 실린더 렌즈(22)에 의해 다시 평행광으로 만들어 준다. 이와 같이 한 쌍의 실린더 렌즈(13)(22)를 이용하여 빔의 폭을 조절하고, 상기 실린더 렌즈(22) 다음에 반사프리즘과 같은 광경로 변환수단(23)을 더 구비하여 적절하게 광경로를 변환시킬 수 있다. 이어서, 플라이아이 렌즈어레이(25)를 이용하여 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 의해 집광된 광을 1:1 전송하고, 렌즈군(30)에 의해 라이트 밸브(40)로 접속시킨다. 이 렌즈군(30)은 콘텐서렌즈 와 릴레이렌즈로 구성될 수 있다. 상기 플라이아이렌즈어레이(25)는 상기 스파이럴 렌즈 디스크(20)에 의해 형성된 칼라바 이미지와 플라이아이렌즈어레이(25)의 각 렌즈셀들을 1:1로 메칭시켜 라이트 밸브(40)까지 전송한다.

<93> 상기 렌즈군(30)과 라이트밸브(40) 사이에는 프리즘(35)이 더 구비되어 광경로가 선택적으로 변경될 수 있다. 예를 들어, 상기 렌즈군(30)을 통해 라이트 밸브(40)쪽으로 향하는 빔은 통과시키고, 상기 라이트 밸브(40)에서 반사되어 나오는 빔은 반사시켜 투사렌즈유닛(미도시)쪽으로 보낼 수 있다. 상기 라이트 밸브(40)에 의해 형성된 화상은 투사렌즈유닛에 의해 확대되어 스크린에 맷힘으로써 칼라화상을 구현하게 된다.

<94> 한편, 도 3에서는 스파이럴 렌즈 디스크(20) 2매가 한 쌍으로 구성된 경우를 도시하였지만, 도 7a에서는 한 매로 형성된 스파이럴 렌즈 디스크(20')를 도시하였다. 이와

같이 스파이럴 렌즈 디스크는 그 설계 조건에 따라 한 매로 형성될 수도 있으며, 2매 이상의 복수의 매수로 구성될 수도 있다.

<95> 다음은, 본 발명의 제2실시예에 따른 프로젝션 시스템에 대해 도 8을 참조하여 설명한다.

<96> 제 2실시예에 따른 프로젝션 시스템은 제 1실시예와 비교하여 광분리기의 구조가 다른 점에서 구별된다. 제1실시예에서는 광분리기가 서로 다른 각도로 분리 배치된 제1 내지 제3 다이크로익 필터(15a)(15b)(15c)를 구비한데 반해, 제2실시예에서는 광분리기(55)가 평행하게 배치된 제1 내지 제3 다이크로익 필터(55a)(55b)(55c)를 구비하여 구성된다.

<97> 도 8을 참조하면, 광원(50)에서 조사된 광이 스파이럴 렌즈 디스크(53)를 통과한 후, 프리즘(54)을 거쳐 광분리기(55)에 입사된다. 이 광분리기(55)는 제1, 제2 및 제3 다이크로익 필터(55a)(55b)(55c)로 구성되고, 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(55a)(55b)(55c)는 서로 평행하게 배치된다. 상기 스파이럴 렌즈 디스크(53)를 통과한 광은 파장에 따라 서로 다른 각도의 수렴광으로 진행되어 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(55a)(55b)(55c)에 의해 서로 다른 위치에서 반사된다. 이후, 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(55a)(55b)(55c)에서 반사된 광은 플라이아이렌즈어레이(57)에 의해 1:1 전송되고, 렌즈군(59)을 통하여 라이트밸브(60)에 초점을 맺는다.

<98> 상기 스파이럴 렌즈 디스크(53)의 각 렌즈셀과 상기 플라이아이렌즈어레이(57)의 각 렌즈셀이 1:1 매칭되고, 상기 렌즈군(59)은 콘덴서와 릴레이 렌즈를 포함하여 구성될 수 있다. 여기서, 상기 플라이아이렌즈어레이(57)에 의해 1:1 전송된 광은 상기 렌즈군(59)을 거쳐 라이트밸브(60) 상면에 중첩되어 맷 힘으로써 칼라바를 형성한다.

- <99> 상기와 같이 구성된 프로젝션 시스템에서 상기 스파이럴 렌즈 디스크(53)를 일정한 속도로 회전시킴으로써 라이트 밸브(60)에 형성된 칼라바를 스크롤링한다. 이러한 스크롤링 작용에 의해 칼라화상이 구현된다. 여기서, 스크롤링 작용은 앞서 설명한 바와 동일하므로 상세한 설명을 생략한다.
- <100> 한편, 도 9는 제2 실시예에 따른 프로젝션 시스템에서 상기 스파이럴 렌즈 디스크(53)에 맷히는 빔의 폭을 줄이기 위해 한 쌍의 제1 및 제2 실린더 렌즈(51)(56)를 더 구비한 경우를 사시도로 도시한 것이다. 여기서, 도 8에서와 동일한 참조번호를 사용하는 부재는 동일한 기능 및 작용을 하는 동일한 부재를 나타낸다. 상기 광원(50)과 스파이럴 렌즈 디스크(53) 사이의 광경로상에 제1 실린더 렌즈(51)를 구비하고, 상기 광분리기(55)와 플라이아이렌즈어레이(57) 사이의 광경로상에 제2 실린더 렌즈(56)를 구비한다.
- <101> 상기 광원(50)으로부터 출사된 광이 상기 스파이럴 렌즈 디스크(53)에 맷힐 때 상기 제1 실린더 렌즈(51)에 의해 그 폭이 감소되어 맷힌다. 이와 같이 스파이럴 렌즈 디스크(53)에 맷히는 광의 폭을 줄임으로써 스파이럴 렌즈셀의 나선형의 형상과 여기에 맷히는 광의 형상의 불일치로 인한 광손실을 줄일 수 있다. 즉, 광의 폭이 줄어들수록 나선형의 곡률 형상에 의한 차이를 줄일 수 있다. 이어서, 상기 제2 실린더 렌즈(56)는 상기 제1 실린더 렌즈(56)에 의해 폭이 줄어든 광을 다시 원상태로 복귀시키는 역할을 한다.
- <102> 본 발명의 제3 실시예에 따른 프로젝션 시스템은 도 10a를 참조하면, 광원(61)과, 상기 광원(61)으로부터 출사된 광을 파장에 따라 분리하여 스크롤링하도록 형성된 DOE(Diffractive Optical Element)형 스파이럴 렌즈 디스크(62)와, 이 스파이럴 렌즈 디

스크(62)를 통과한 광을 입력신호에 따라 화소단위로 on-off 제어함으로써 화상을 형성하는 라이트밸브(67)를 포함한다.

<103> 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)는 상기 광원(61)으로부터 조사된 광을 파장에 따라 분리하는 광분리 작용과 함께 스크롤링 작용을 실현할 수 있도록 나선형의 형상으로 형성되고, 회절 광학 소자형으로 형성되는 것을 특징으로 한다. 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)는 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 있어 스파이럴 렌즈 디스크가 회전됨에 따라 소정 영역에서의 렌즈 어레이가 상부 또는 하부로 일정한 속도로 이동된다. 상기 스파이럴 렌즈 디스크가 회전될 때 도 10b에 도시된 바와 같이 입사광이 통과되는 스파이럴 렌즈셀의 위치가 이동되므로 라이트밸브(67)에 맷히는 각 칼라바의 위치가 이동된다.

<104> 칼라바의 위치가 순환되면서 R,G,B가 순차적으로 라이트밸브(67)에 맷히고, 이 라이트밸브(67)에 의해 화상신호에 따라 화소별로 on-off 제어됨으로써 칼라 화상을 형성하게 된다. 또한, 상기 광원(61)으로부터 조사된 광이 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)를 통과할 때, 칼라별로 초점이 맷히는 위치가 분리됨으로써 광 분리 작용이 일어난다. 여기서, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크 대신에 HOE(Holography Optical Element)형 스파이럴 렌즈 디스크로 대체하여 사용하는 것도 가능하다.

<105> 이와 같이 스파이럴 렌즈 디스크를 DOE형 또는 HOE형으로 제조함으로써 제조단가를 줄일 수 있고, 대량생산이 용이하며, 특히 하나의 스파이럴 렌즈 디스크를 이용하여 광 분리 작용과 스파이럴 작용을 함께 실현하므로 시스템 경량화 및 부품수 감소를 달성할 수 있다.

<106> 한편, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)와 라이트밸브(67) 사이의 광경로상에 플라이아이렌즈어레이(64)와 렌즈군(66)이 구비된다. 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)의 각 렌즈셀과 상기 플라이아이렌즈어레이(64)의 각 렌즈셀이 1:1 매칭되고, 상기 플라이아이렌즈어레이(64)에 의해 1:1 전송된 광은 상기 렌즈군(66)을 거쳐 라이트밸브(67) 상면에 중첩되어 맷힘으로써 칼라바를 형성한다.

<107> 다음은 본 발명에 따른 제4 실시예에 따른 프로젝션 시스템은 도 11에 도시된 바와 같이, 광원(61)과, 이 광원(61)으로부터 출사된 광을 스크롤링하기 위한 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)와, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)를 통과한 광을 파장에 따라 분리하는 광분리기(69)와, 입력된 화상신호에 따라 각 화소별로 on-off 제어하여 화상을 형성하는 라이트밸브(67)을 포함한다. 또한, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)와 광분리기(69) 사이에 프리즘(68)이 더 구비되고, 상기 광분리기(69)와 라이트밸브(67) 사이의 광경로상에 플라이아이렌즈어레이(64)와 렌즈군(66)이 더 구비된다.

<108> 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)는 나선형의 형상을 갖는 회절 광학 소자로 형성된다. 이와 달리, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63) 대신에 HOE(Holography Optical Element)형 스파이럴 렌즈 디스크(63)로 대체하여도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

<109> 상기 구성에 의한 프로젝션 시스템의 작용을 보면, 광원(61)에서 출사된 광이 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)를 통과한 후, 프리즘(68)을 거쳐 광분리기(69)에 입사된다. 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)가 일정한 속도로 회전됨에 따라 상기 라이트밸브(67)에 형성되는 칼라바가 스크롤링되고, 칼라화상이 구현된다. 상기 광분리기(69)는 예를 들어, 제1, 제2 및 제3 다이크로의 필터(69a)(69b)(69c)로 구성되고, 상기 제1 내

지 제3 다이크로익 필터(69a)(69b)(69c)는 서로 평행하게 배치된다. 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)를 통과한 광은 수렴광으로 진행되어 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(69a)(69b)(69c)에 의해 서로 다른 위치에서 반사된다. 이후, 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(69a)(69b)(69c)에서 반사된 광은 플라이아이 렌즈어레이(64)에 의해 1:1 전송되고, 렌즈군(66)에 의해 라이트밸브(67)에 초점을 맺는다.

<110> 여기서는 상기 광분리기(69)를 상기 제1 내지 제3 다이크로익 필터(69a)(69b)(69c)를 서로 평행하게 배치하여 구성하였지만 도 3에 도시된 바와 같이 다이크로익 필터를 서로 다른 각도로 배치하여 구성하는 것도 가능하다. 이와 같이 다이크로익 필터를 서로 다른 각도로 배치하는 경우에는 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크를 광분리기 다음에 배치하는 것이 바람직하다.

<111> 더 나아가, 상기 제3 실시예 및 제 4실시예에 따른 프로젝션 시스템에서 한 쌍의 실린더 렌즈(도 7a 및 도 9 참조)를 더 구비하여 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)(63)에 맷히는 광의 폭을 줄이는 것이 바람직하다. 이 한 쌍의 실린더 렌즈에 대해 여기서는 상세하게 설명하지 않았지만, 앞서 설명한 제1 및 제2 실시예에서와 동일하게 적용될 수 있다.

<112> 또한, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)(63)와 상기 라이트밸브(67)의 동작 주파수의 동기를 맞추기 위해 스파이럴 렌즈 디스크의 각 렌즈셀의 개수를 변경시키거나 스파이럴 렌즈 디스크의 회절 속도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 라이트밸브(67)의 동작주파수가 더 빨라지면 스파이럴 렌즈 디스크의 회전속도는 그대로 유지하고 더 많은 렌즈셀을 구비함으로써 상대적으로 스파이럴 렌즈 디스크의 스크롤링 속도를 더 빠르게 조절할 수 있다. 또 다른 방법으로 스파이럴 렌즈 디스크의 렌즈셀의 개수는 동일하게

유지하고 스파이럴 렌즈 디스크의 회전 속도를 높임으로써 라이트밸브의 동작주파수와 동기를 맞출 수 있다.

<113> 한편, 제 3실시예에서 사용된 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)는 광 분리 작용과 스파이럴 작용을 같이 구현하도록 설계되어 있는데 반해, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(63)는 스파이럴 작용만을 구현하도록 설계되어 있고, 별도의 광분리기(69)에 의해 광 분리 작용을 수행한다.

<114> 다음은, 상기 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크(62)의 광 분리 작용을 알아보기 위해 모노 칼라에 대한 그레이팅 이론을 먼저 살펴보기로 한다.

<115> 도 12a를 참조하면, 소정 간격(s)으로 그레이팅이 형성되고, 이 그레이팅을 통과한 m 차 회절빔의 광경로차(OPD; Optical Path Difference)에 의한 간섭무늬가 형성된다. 이때, m 차 회절빔의 광경로차가 다음 식을 만족하면 밝은 이미지가 관측된다.

$$\begin{aligned} <116> \quad OPD &= d_o + d_m \\ &= s \sin\theta_o + s \sin\theta_m \\ &= m\lambda \quad (m=0, \pm 1, \pm 2, \dots) \end{aligned}$$

【수학식 10】

<117> 여기서, d_o 는 입사빔의 광경로차를, d_m 은 회절빔의 광경로차를, θ_o 는 빔의 입사각을, θ_m 은 빔의 회절각을, m 은 회절된 빔의 회절차수를, s 는 그레이팅 간격을, λ 는 입사빔의 파장을 각각 나타낸다. 상기 수학식에서 그레이팅을 향해 평행한 빔이 입사된다 고 할 때, θ_o 는 0도이므로 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\begin{aligned} <118> \quad s \sin\theta_m &= m\lambda \quad (m=0, \pm 1, \pm 2, \dots) \\ & \quad s = m \frac{\lambda}{\sin\theta_m} \end{aligned}$$

【수학식 11】

<119> 입사빔이 평행하게 입사될 때 +1차빔과 -1차빔의 광경로도가 도 12b에 도시되어 있다. 상기 수학식에서 회절각 θ_m 이 매우 작다고 할 때 $\sin \theta_m \approx \theta_m$ 의 근사식으로 나타낼 수 있다. 따라서, 그레이팅의 간격 s 는 다음과 같이 정리될 수 있다.

<120>

【수학식 12】
$$s = m \frac{\lambda}{\theta_m}$$

<121> 상기 수학식 12에 의하면 입사광의 파장이 정해져 있을 때, 그레이팅의 간격(s)을 조절함으로써 원하는 회절각 θ_m 을 얻을 수 있다. 한편, 예를 들어 그런 칼라에 대해 동작하도록 설계된 디스크형 회절광학소자(DOE)의 반경에 따른 그레이팅 간격(s)을 도 13에 도시하였다. 이 그래프에 따르면, 그레이팅 간격이 디스크형 회절광학소자의 반경에 대해 반비례 관계에 있음을 알 수 있다. 이러한 원리를 이용하여 도 14에 도시된 바와 같이 원형상으로 그레이팅이 형성된 존플레이트(zone plate)를 제작할 수 있다. 이 존플레이트의 외주방향으로 갈수록 그레이팅 간격이 좁아지고($s_1 > s_2 > s_3 > s_4 > s_5 > s_6$), 그레이팅 간격이 좁아질수록 회절각($\theta_1 < \theta_2 < \theta_3 < \theta_4 < \theta_5 < \theta_6$)이 커지므로 존플레이트를 통과한 빔은 어느 한 점에 수렴된다.

<122> 이러한 회절 이론에 따라 본 발명의 일실시예에 따른 DOE형 스파이럴 렌즈 디스크를 제작한다.

<123> 먼저, 도 15a를 참조하여 그런 칼라에 대해 동작하도록 설계된 회절광학소자를 보면, 회절각 $\theta_{green} = 2.2^\circ$, $\lambda_{green} = 587\text{nm}$ 일 때 +1차 회절빔에 대해서 $s_{green} = \lambda / \theta_{green}$ 에 의해 계산된 회절광학소자의 최소 그레이팅 간격(s_{green})은 $15\mu\text{m}$ 이고, 그레이팅 그루브 깊이는 예를 들어, 1웨이브($1\lambda_{green}$)로서 587nm 이다.

<124> 다음, 도 15b를 참조하여 레드 칼라에 대해 동작하도록 설계된 회절광학소자를 보면, 회절각 $\theta_{red} = 3.7^\circ$, $\lambda_{red} = 670nm$ 일 때 +1차 회절빔에 대해서 $s_{red} = \lambda / \theta_{red}$ 에 의해 계산된 회절광학소자의 최소 그레이팅 간격(s_{red})은 $10.4\mu m$ 이고, 그레이팅 그루브 깊이는 예를 들어, $1\lambda_{red}$ 로서 $670nm$ 이다.

<125> 도 15a 및 도 15b에 도시된 그린 칼라 회절광학소자와 레드 칼라 회절광학소자의 설계조건을 이용하여 하나의 회절광학소자로 형성함으로써 입사광을 그린 칼라와 레드 칼라로 분광시킬 수 있다. 예를 들어, 도 15c에 도시된 바와 같이 하나의 회절광학소자에 그린 칼라에 대한 그레이팅 간격(s_{green})과 레드 칼라에 대한 그레이팅 간격(s_{red})으로 그레이팅을 형성한다. 입사빔이 이러한 회절광학소자를 통과할 때 레드빔과 그린빔으로 분리된 후 이미지면에 서로 다른 위치에 초점을 맺는다. 여기서는, 그린 칼라와 레드 칼라에 대해 설명하였지만 블루 칼라에 대해서도 동일한 방법으로 그레이팅 간격(s_{blue})을 구할 수 있다. 다시 말하면, 그린 파장(λ_{green}), 레드 파장(λ_{red}), 블루 파장(λ_{blue})과 그린 칼라, 레드 칼라 및 블루 칼라의 회절각 θ_{green} , θ_{red} , θ_{blue} 에 대한 각 칼라별 그레이팅 간격 s_{green} , s_{red} , s_{blue} 은 다음과 같이 정리될 수 있다.

<126>

$$s_{green} = m \frac{\lambda_{green}}{\theta_{green}}$$

$$s_{red} = m \frac{\lambda_{red}}{\theta_{red}}$$

$$s_{blue} = m \frac{\lambda_{blue}}{\theta_{blue}}$$

【수학식 13】

<127>

하나의 회절광학소자에 상기 s_{green} , s_{red} , s_{blue} 을 각각 적용함으로써 백색광을 R,G,B 삼색빔으로 분리시켜 이미지면에 서로 다른 위치에 맺히도록 할 수 있다. 이와 같이 회절광학소자를 이용하여 광 분리 작용을 하도록 하고, 이러한 회절광학소자를 나선

형으로 배치하여 스파이럴 렌즈 디스크를 형성함으로써 스크롤링 작용도 함께 하도록 한다.

<128> 한편, 본 발명에 따른 스파이럴 렌즈 디스크는 회절광학소자로 제작될 수도 있지만 홀로그램 광학소자로도 제작이 가능하다. HOE형 스파이럴 렌즈 디스크를 제작하기 위해서 예를 들어, 도 16에 도시된 바와 같이 나선형의 형상이 형성된 전판에 물체광과 참조광을 조사하여 간섭무늬를 형성한다. 물체광으로서 R,G,B 삼색빔을 서로 다른 각도로 입사시킨다. 이와 같이 형성된 홀로그램을 볼륨 홀로그램(volume hologram) 타입이라고 하며, 이밖에도 얇은 홀로그램(thin hologram) 타입으로도 제작이 가능하다.

<129> 또한, DOE형 스파이럴 렌즈 디스크가 여러 가지 다양한 방법으로 제작될 수 있다. 예를 들어, 도 17a에 도시된 바와 같은 연속적 블레이즈 프로파일(continuous quadrative blaze profile)을 갖는 연속적 릴리프 타입(continuous relief type) 또는 회절 프레넬 렌즈 타입(diffractive fresnel lens type), 도 17b에 도시된 바와 같은 멀티오더 회절 렌즈 타입(MOD ; multiorder diffractive lens type) 또는 딥 블레이즈드 표면 타입(deep blazed surface type)이 있다. 이 멀티오더 회절 렌즈 타입은 연속적 릴리프 타입에 비해 그루브 깊이가 깊은 대신 그루브의 개수가 상대적으로 적은 것을 특징으로 한다. 따라서, 멀티오더 회절 렌즈 타입이 제작하기가 용이하며, 회절효율 측면에서도 유리하다. 회절효율에 대해서는 도 18을 참조하여 후술하기로 한다.

<130> 다음, 도 17c에 도시된 바와 같은 바이너리(binary) 타입, 도 17d에 도시된 바와 같은 멀티 스텝 타입(multi-step type)이 있다. 이 멀티 스텝 타입은 복수개의 계단형으로 형성되어 있으며, 여기서는 예를 들어 4 레벨의 스텝으로 구성된 예를 도시하였다.

특히, 스텝의 개수가 많아질수록 회절효율이 증가되는 이점이 있다. 이밖에, 도시되지는 않았지만 굴절 프레넬 렌즈 타입(refractive fresnel lens type)도 있다.

<131> 도 18은 일반적인 회절광학소자 제작방법으로 제작된 렌즈와 멀티오더 회절 렌즈 타입으로 제작된 MOD 렌즈에 대한 회절 효율을 시뮬레이션한 결과를 도시한 것이다. 이 결과에 의하면, 기존의 회절광학소자 제작방법에 비해 MOD 제작방법에 의해 제작된 렌즈가 상대적으로 더 넓은 파장 대역에서 거의 균일하게 회절효율이 높은 것으로 나타났다. 따라서, MOD 제작방법에 따라 제작된 스파이럴 렌즈 디스크를 사용함으로써 보다 넓은 파장 대역에서 고효율의 회절광을 이용할 수 있으며, 더 나아가 회절 효율이 전 가시광 영역에서 고르게 분포되므로 칼라 화상의 질의 향상될 수 있다.

【발명의 효과】

<132> 상술한 바와 같이 본 발명에서는 하나의 스파이럴 렌즈 디스크를 이용하여 스크롤링을 수행할 수 있으므로 스크롤링 작용을 제어하기가 용이하고, 부품수를 줄일 수 있으며, 이에 따라 프로젝션 시스템의 경량화 및 저가화를 달성할 수 있다.

<133> 더욱이, 스파이럴 렌즈 디스크를 회절광학소자 타입 또는 홀로그램 광학 소자 타입으로 제작하면 저비용으로 대량 생산이 가능하며, 하나의 스파이럴 렌즈 디스크에 의해 스크롤링 작용 및 광분리 작용이 이루어지도록 설계가 가능하므로 조립이 단순화된다. 또한, 제작상의 오류가 줄어들어 스파이럴 렌즈 디스크의 성능이 향상되므로 이를 채용한 프로젝션 시스템의 화질이 개선된다.

<134> 또한, 종래의 단판식 프로젝션 시스템은 백색광을 순차적으로 R,G,B로 분리

하여 칼라 화상을 구현하므로 라이트 밸브에서 사용되는 광의 효율이 3판식에 비해 1/3로 떨어지는 문제가 있다. 하지만, 본 발명에 따른 스크롤링 방식을 채용한 단판식 프로젝션 시스템에서는 백색광을 순차적인 아닌 동시에 분리하고 이와 같이 분리된 삼색빔을 스크롤링하여 칼라 화상을 구현하므로 3판식과 같은 광효율을 얻을 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선운동으로 전환시키도록 된 것을 특징으로 하는 스파이럴 렌즈 디스크.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀이 회절 광학 소자 또는 홀로그램 광학 소자로 형성되는 것을 특징으로 하는 스파이럴 렌즈 디스크.

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀에 대해 법선을 그었을 때 이웃하는 렌즈셀 사이의 간격이 동일하고, 이웃하는 렌즈셀의 법선 벡터가 동일하도록 각 실린더 렌즈셀이 배열된 것을 특징으로 하는 스파이럴 렌즈 디스크.

【청구항 4】

제 3항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀의 나선형 곡선의 궤적(Q_{kx}, Q_{ky})은 하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 스파이럴 렌즈 디스크.

<조건식>

$$\begin{aligned} Q_{kx} &= Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 - Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 \\ Q_{ky} &= Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 - Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 \end{aligned}$$

여기서, Q_1, x 과 Q_1, y 는 첫 번째 실린더 렌즈셀의 x좌표 및 y좌표를 나타내며, k 는 자연수를, θ 는 인접 곡선 사이의 회전각을 나타낸다.

【청구항 5】

제 3항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 단면이 동일한 반경을 가지는 원호 형상으로 이루어 진 것을 특징으로 하는 스파이럴 렌즈 디스크.

【청구항 6】

제 2항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀이 바이너리 타입, 연속적 릴리프 타입, 멀티-스텝 타입, 멀티-오더 굴절렌즈 타입, 얇은 홀로그램 타입 및 볼륨 홀로그램 타입 중 어느 한 타입으로 형성되는 것을 특징으로 하는 스파이럴 렌즈 디스크.

【청구항 7】

광원;

상기 광원으로부터 조사된 광을 파장에 따라 분리시키는 광분리기;
실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선운동으로 전환시킴으로써 입사광을 스크롤링하는 스파이럴 렌즈 디스크;

상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 광분리기 및 스파이럴 렌즈 디스크를 경유하여 칼라별로 분리되어 맷히고, 입력된 화상신호에 따라 화소를 on-off 제어함으로써 칼라 화상을 형성하는 라이트 밸브;를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 8】

제 7항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크와 라이트 밸브 사이의 광경로상에 플라이아이렌즈어레이가 구비되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 9】

제 8항에 있어서,

상기 플라이아이렌즈어레이와 라이트 밸브 사이의 광경로상에 입사광을 상기 라이트 밸브에 맷히도록 하기 위한 렌즈군이 구비되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 10】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광분리기는 서로 다른 각도로 기울어지게 이웃하여 배열되고, 입사광을 파장에 따라 선택적으로 투과 및 반사시키는 제1 내지 제3 다이크로의 필터를 구비한 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 11】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광분리기는 평행하게 배열되고, 입사광을 파장에 따라 선택적으로 투과 및 반사시키는 제1 내지 제3 다이크로의 필터를 구비한 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 12】

제 11항에 있어서,

상기 광분리기 앞에 프리즘이 더 구비되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 13】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 앞에 제1실린더 렌즈가, 상기 스파이럴 렌즈 디스크의 뒤에 상기 제1실린더 렌즈와 한 쌍을 이루는 제2실린더 렌즈가 배치되어 입사빔의 폭이 조절되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 14】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀이 회절 광학 소자 또는 홀로그램 광학 소자로 형성되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 15】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀에 대해 법선을 그었을 때 이웃하는 렌즈셀 사이의 간격이 동일하고, 이웃하는 렌즈셀의 법선 벡터가 동일하도록 각 실린더 렌즈셀이 배열된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 16】

제 15항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀의 나선형 곡선의 궤적(Q_{kx}, Q_{ky})은 하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

<조건식>

$$\begin{aligned} Q_{kx} &= Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 - Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 \\ Q_{ky} &= Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 - Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 \end{aligned}$$

여기서, $Q_{1,x}$ 과 $Q_{1,y}$ 는 첫 번째 실린더 렌즈셀의 x좌표 및 y좌표를 나타내며, k 는 자연수를, θ_2 는 인접 곡선 사이의 회전각을 나타낸다.

【청구항 17】

제 15항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 단면이 동일한 반경을 가지는 원호 형상으로 이루어 진 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 18】

제 14항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀에 대해 법선을 그었을 때 이웃하는 렌즈셀 사이의 간격이 동일하고, 이웃하는 렌즈셀의 법선 벡터가 동일하도록 각 실린더 렌즈셀이 배열된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 19】

제 14항 또는 제 18항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀이 바이너리 타입, 연속적 릴리프 타입, 멀티-스텝 타입, 멀티-오더 굴절렌즈 타입, 얇은 홀로그램 타입 및 볼륨 홀로그램 타입 중 어느 한 타입으로 형성되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 20】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 렌즈셀의 개수는 상기 라이트 밸브의 동작 주파수와 동기를 맞추도록 결정되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템

【청구항 21】

제 7항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 회전 주파수는 상기 라이트 밸브의 동작 주파수와 동기를 맞추도록 조절되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 22】

광원;

실린더 렌즈셀이 나선형으로 배열되어 실린더 렌즈셀의 회전운동을 실린더 렌즈 어레이의 직선운동으로 전환시킴으로써 입사빔을 스크롤링하고, 상기 광원으로부터 조사된 광을 파장에 따라 분리시키도록 회절광학소자형 또는 홀로그램광학소자형으로 제작된 스파이럴 렌즈 디스크;

상기 광원으로부터 조사된 광이 상기 스파이럴 렌즈 디스크를 경유하여 칼라별로 분리되어 맷히고, 입력된 화상신호에 따라 화소를 on-off 제어함으로써 칼라 화상을 형성하는 라이트 밸브;를 포함하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 23】

제 22항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크는, 상기 실린더 렌즈셀에 대해 법선을 그었을 때 이웃하는 렌즈셀 사이의 간격이 동일하고, 이웃하는 렌즈셀의 법선 벡터가 동일하도록 각 실린더 렌즈셀이 배열되어 형성된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 24】

제 23항에 있어서,

상기 실린더 렌즈셀의 나선형 곡선의 궤적(Q_{kx}, Q_{ky})은 하기의 조건식을 만족하는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

<조건식>

$$\begin{aligned} Q_{kx} &= Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 - Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 \\ Q_{ky} &= Q_{1,y} \sin(k-1)\theta_2 - Q_{1,x} \cos(k-1)\theta_2 \end{aligned}$$

여기서, $Q_{1,x}$ 과 $Q_{1,y}$ 는 첫 번째 실린더 렌즈셀의 x좌표 및 y좌표를 나타내며, k 는 자연수를, θ_2 는 인접 곡선 사이의 회전각을 나타낸다.

【청구항 25】

제 22항 내지 제 24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크가 바이너리 타입, 연속적 릴리프 타입, 멀티-스텝 타입, 멀티-오더 굴절렌즈 타입, 얇은 홀로그램 타입 및 볼륨 홀로그램 타입 중 어느 한 타입으로 형성되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 26】

제 22항 또는 제 24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크와 라이트 밸브 사이의 광경로상에 플라이아이렌즈어레이가 구비되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 27】

제 26항에 있어서,

상기 플라이아이렌즈어레이와 라이트 밸브 사이의 광경로상에 입사광을 상기 라이트 밸브에 맷하도록 하기 위한 렌즈군이 구비되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 28】

제 27항에 있어서,

상기 렌즈군은 콘덴서 렌즈와 릴레이 렌즈로 구성된 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 29】

제 22항, 제 23항, 제 24, 제 27항 또는 제 28항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 앞에 제1실린더 렌즈가, 상기 스파이럴 렌즈 디스크의 뒤에 상기 제1실린더 렌즈와 한 쌍을 이루는 제2실린더 렌즈가 배치되어 입사빔의 폭이 조절되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【청구항 30】

제 22항 내지 제 24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 스파이럴 렌즈 디스크의 렌즈셀의 개수는 상기 라이트 밸브의 동작 주파수와 동기를 맞추도록 결정되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템

【청구항 31】

제 22항 내지 제 24항 중 어느 한 항에 있어서,

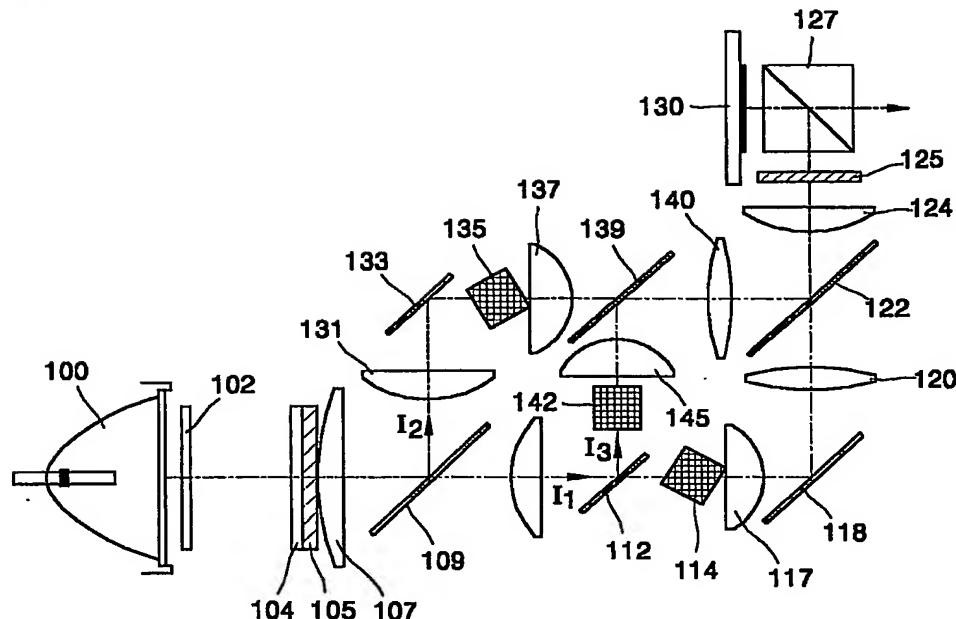
1020020040399

출력 일자: 2003/3/14

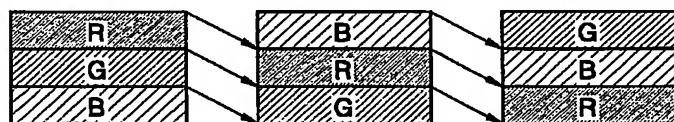
상기 스파이럴 렌즈 디스크의 회전 주파수는 상기 라이트 밸브의 동작 주파수와 동기를 맞추도록 조절되는 것을 특징으로 하는 프로젝션 시스템.

【도면】

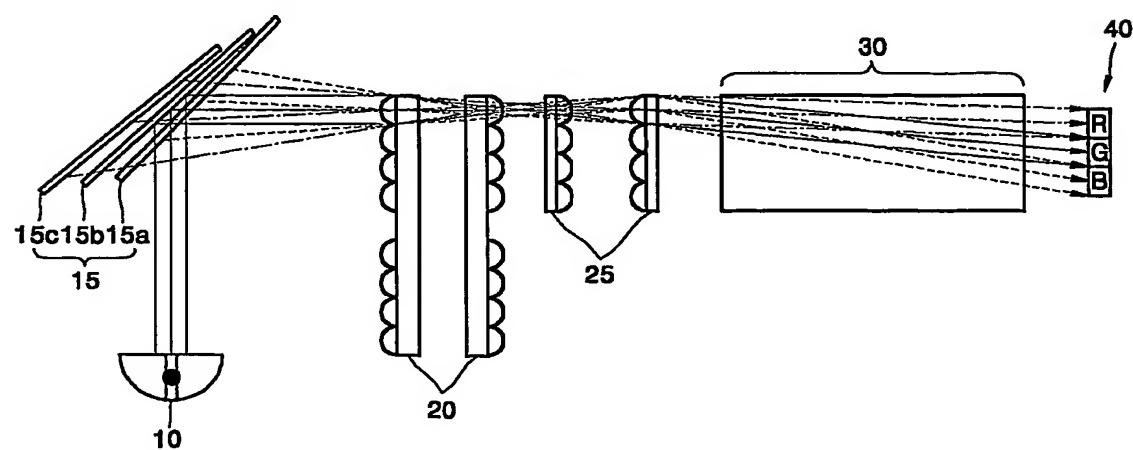
【도 1】



【도 2】



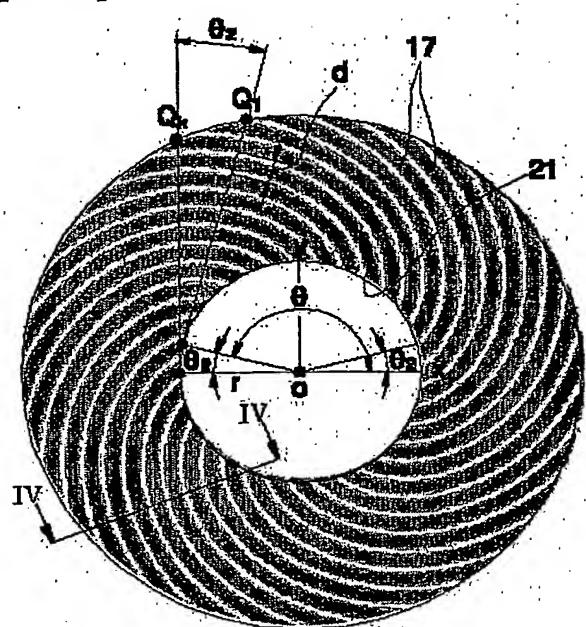
【도 3】



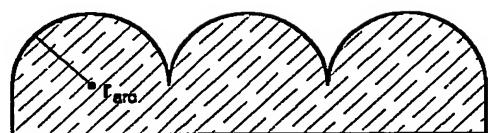
1020020040399

출력 일자: 2003/3/14

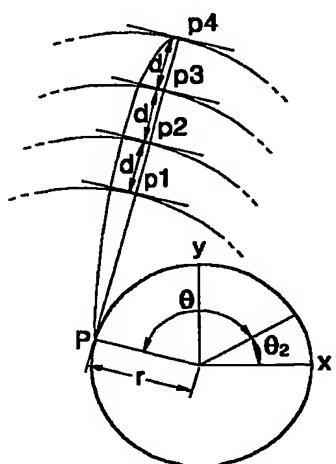
【도 4a】



【도 4b】



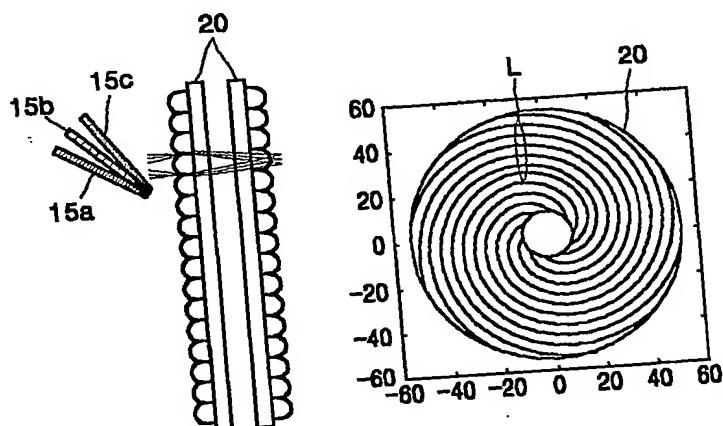
【도 4c】



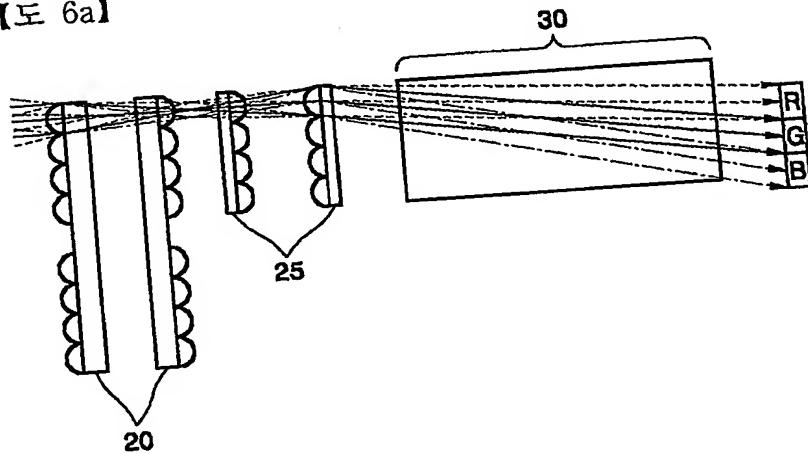
출력 일자: 2003/3/14

1020020040399

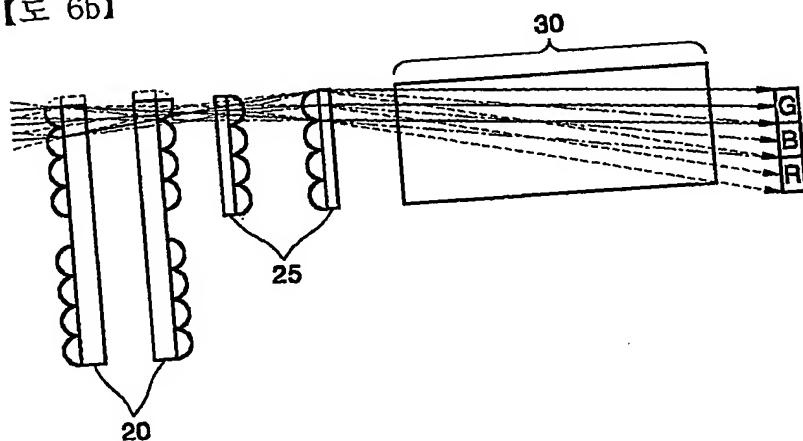
【도 5】



【도 6a】



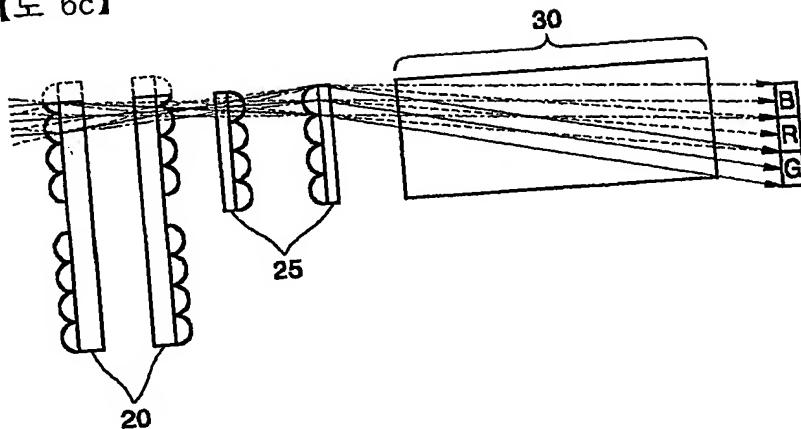
【도 6b】



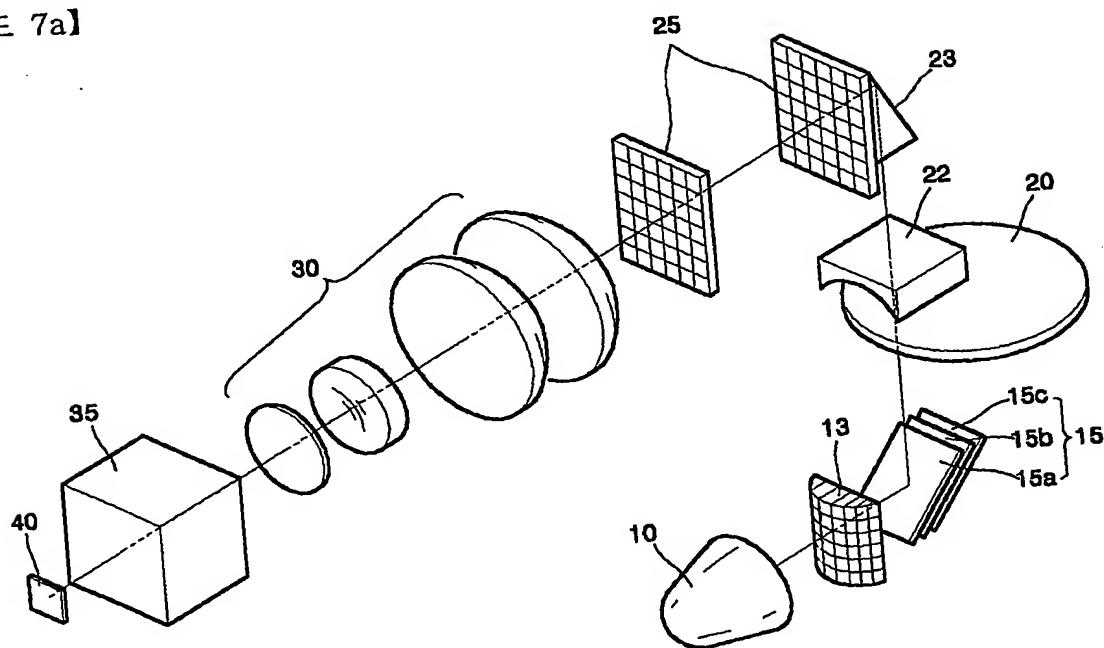
출력 일자: 2003/3/14

1020020040399

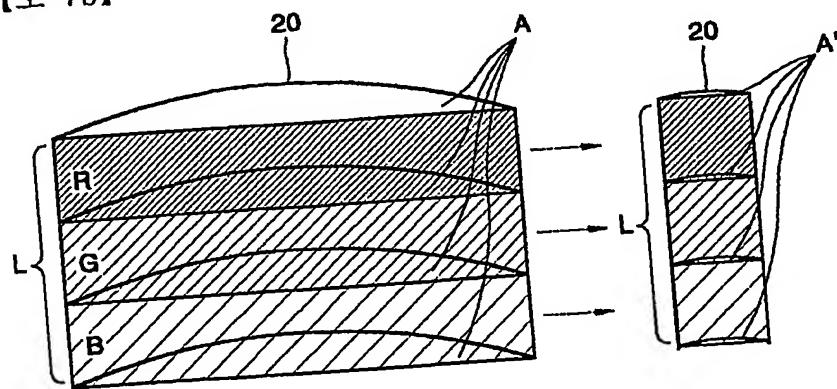
【도 6c】



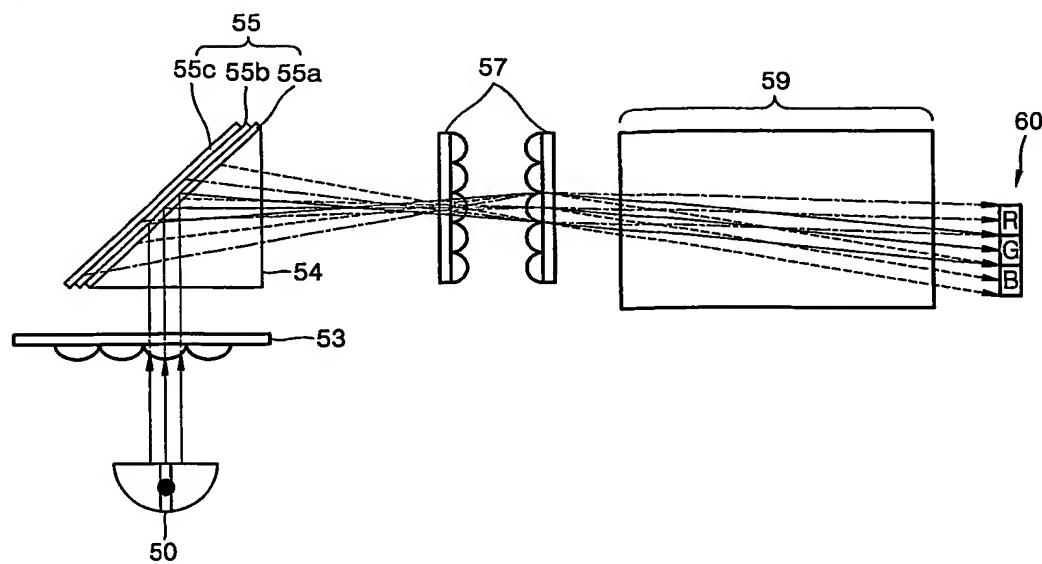
【도 7a】



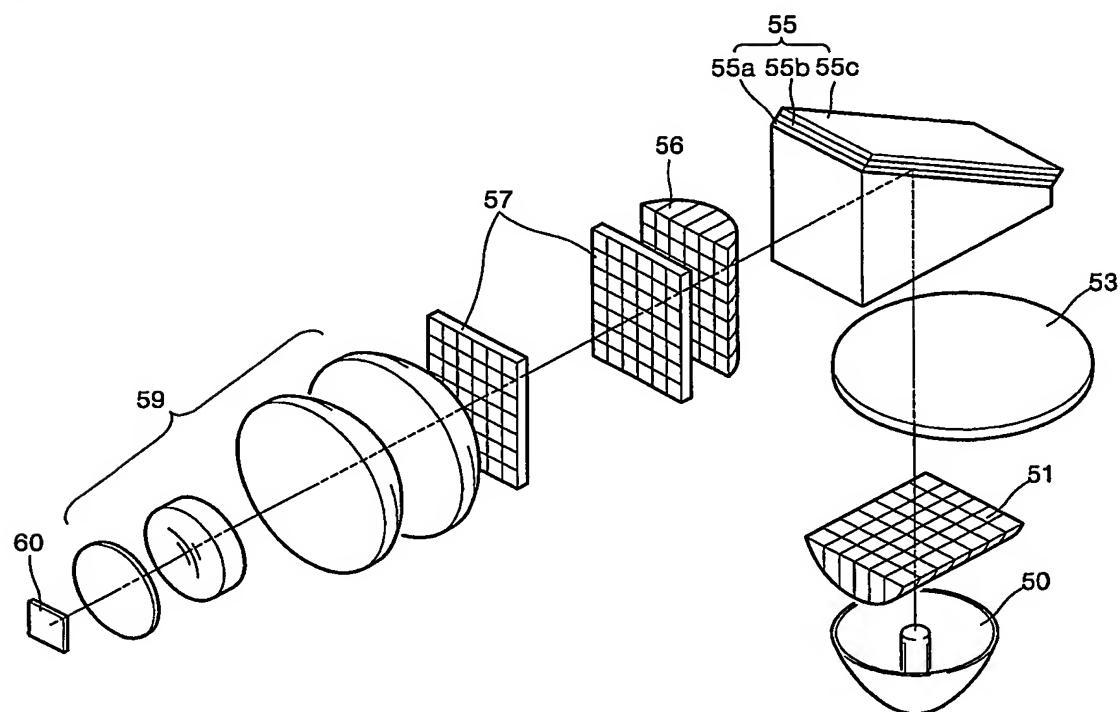
【도 7b】



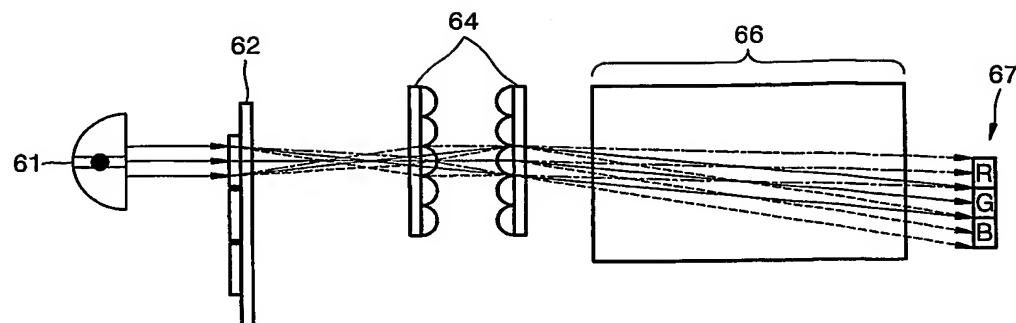
【도 8】



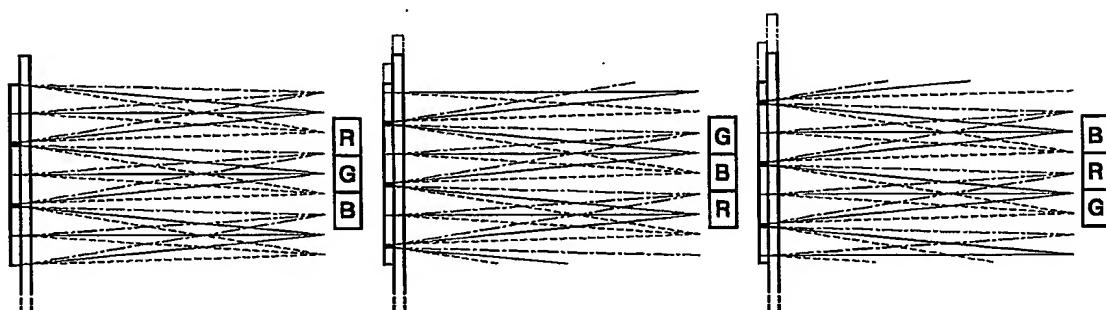
【도 9】



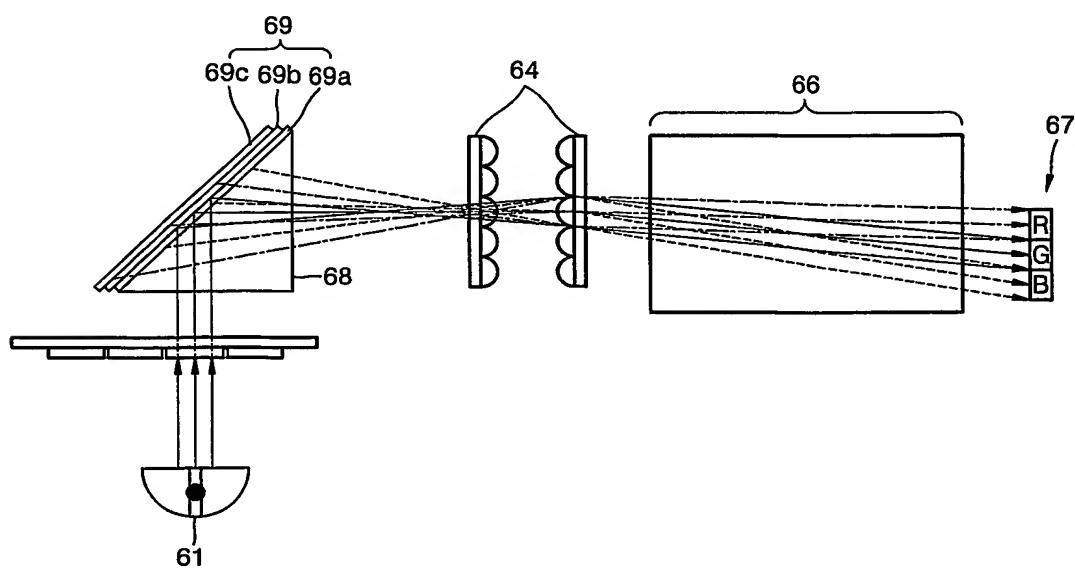
【도 10a】



【도 10b】



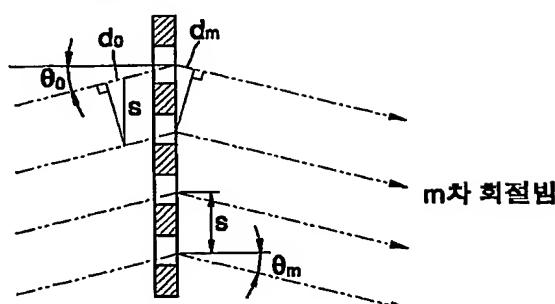
【도 11】



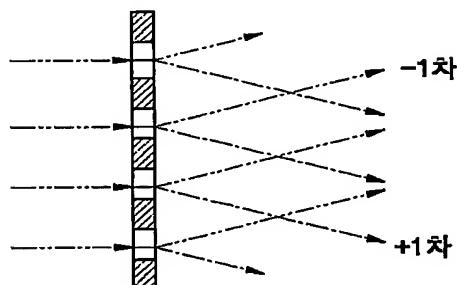
1020020040399

출력 일자: 2003/3/14

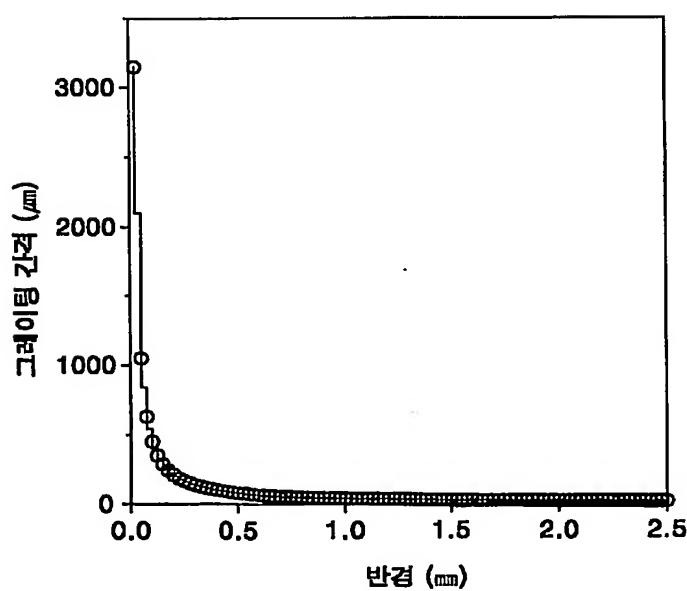
【도 12a】



【도 12b】



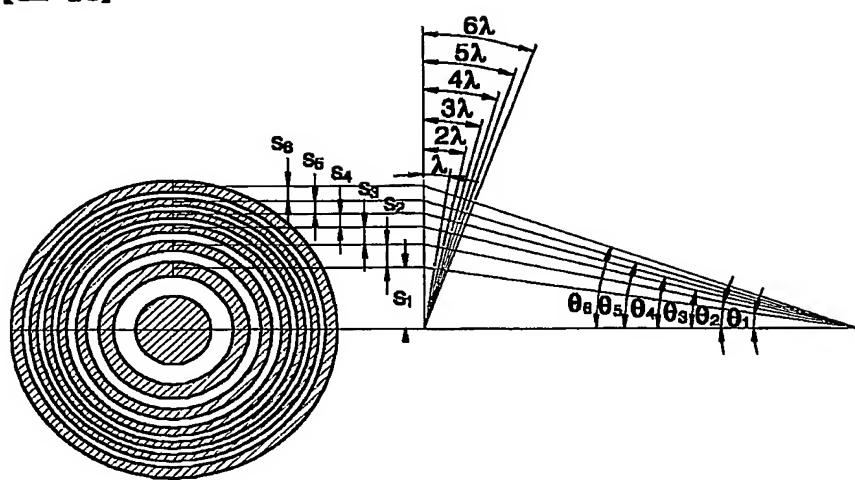
【도 13】



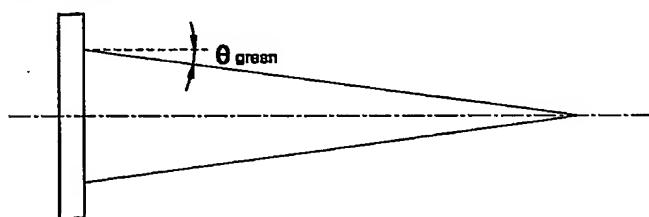
1020020040399

출력 일자: 2003/3/14

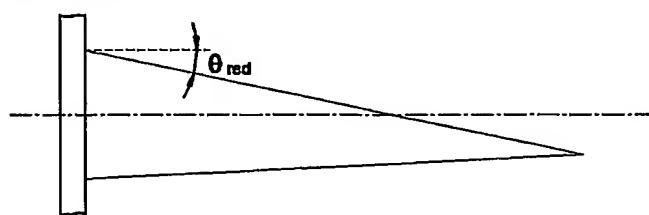
【도 14】



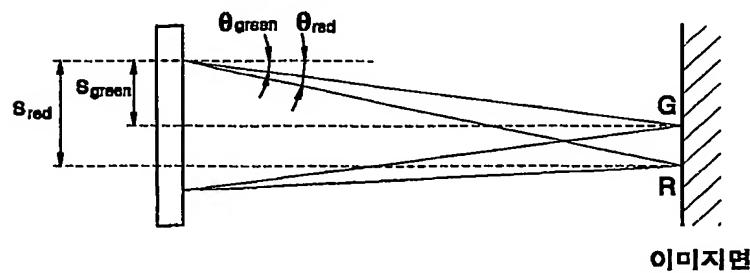
【도 15a】



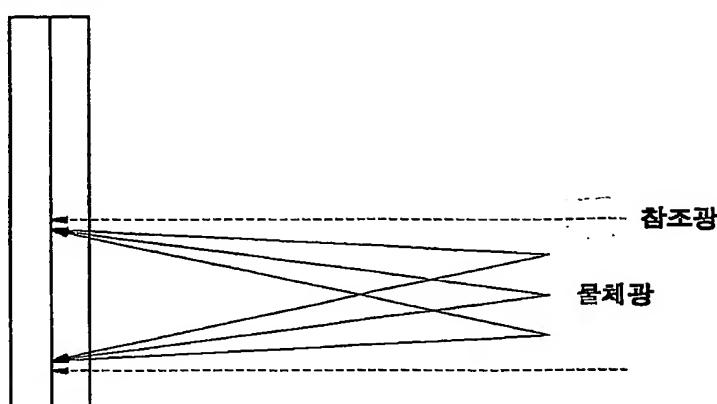
【도 15b】



【도 15c】



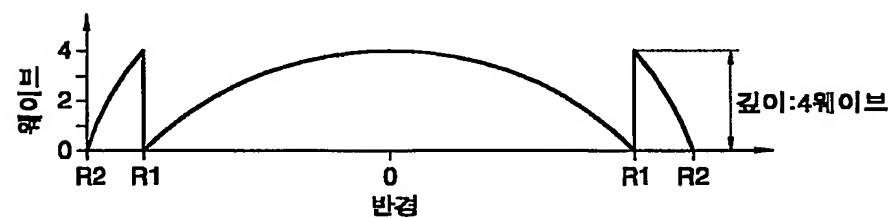
【도 16】



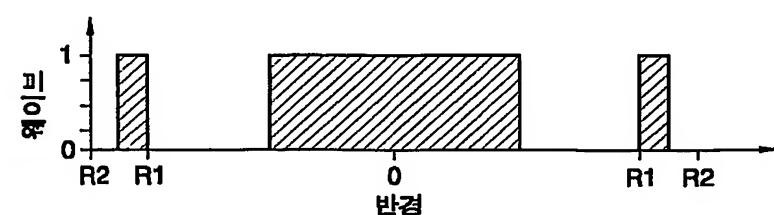
【도 17a】



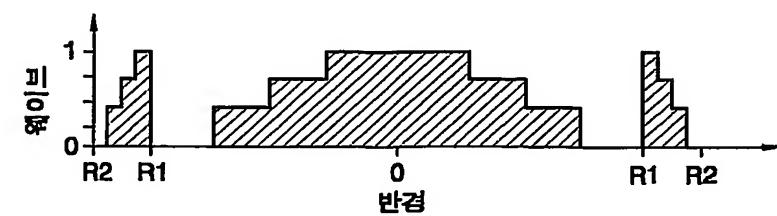
【도 17b】



【도 17c】



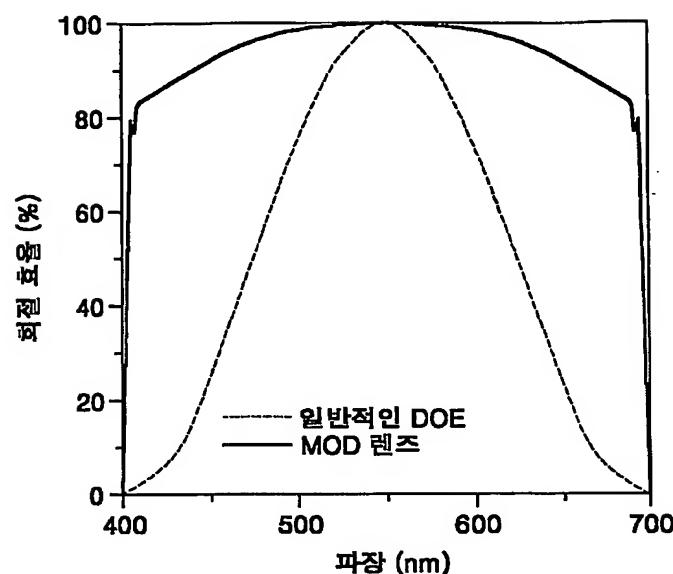
【도 17d】



1020020040399

출력 일자: 2003/3/14

【도 18】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.